Jb. nass. Ver. Naturkde. **128** S. 105-117 10 Abb. 1 Tab. Wiesbaden 2007

Die „Spee'sche Kurve" bei einigen Säugetieren

BARBARA BIMLER *

Säugetiere, Kieferanatomie, Kreisbahn, Spee'sche Kurve

K u r z f a s s u n g : Vor fast 120 Jahren entdeckte der Anatom Graf von Spee, dass die Kauflächen der Mahlzähne und die Kiefergelenke auf einer Kreisbahn angeordnet sind. Diese „Spee'sche Kurve" ist aber stark umstritten: ob sie überhaupt exisitiert und wenn ja, ob sie irgendeine Bedeutung hat. In der Zahnheilkunde wird sie entweder ignoriert oder abgeflacht. Ihr Nachweis bei anderen Säugetieren sollte ihre Bedeutung für einen physiologischen Kauprozess auch beim Menschen erhellen.

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung

Die „Spee'sche Kurve" ist quasi in aller Munde, doch die allermeisten Vertreter der Zahnheilkunde sehen sie als Fiktion. Das hat mehrere Gründe:

1. das methodologische Problem des Nachweises am Patienten,
2. die irrige Annahme Spees, der Mittelpunkt befände sich im Mittelpunkt der Orbita, was seinen ganzen Ansatz desavouiert hat, und die
3. mangelnde Notwendigkeit: seit 100 Jahren vermisst sie niemand zur erfolgreichen Behandlung.

Wer sich heute mit einer so umstrittenen Hypothese auseinandersetzt, riskiert Esoterikverdacht: Ein Kreisbogen sei zu schön und rund, um wahr sein zu können

* **HPB zum 90ten – 10.12.2006**
Anmerkung des Schriftleiters
Frau Dr. Barbara Bimler ist keine Zoologin oder Medizinerin, sie hat in Publizistik promoviert. Sie beschäftigt sich aber schon lange intensiv mit anatomischem Material und Unterlagen ihres Vaters, eines weit über Wiesbaden hinaus bekannten und anerkannten Kieferorthopäden. Ihr Beitrag zur „Spee'schen Kurve" in diesem Jahrbuch ist der Versuch, durch Diskussionsbeiträge von Dritten sich selbst Klarheit darüber zu verschaffen, ob eine vor fast 120 Jahren von Graf von Spee entwickelte Theorie eine fundierte wissenschaftliche Basis hat oder lediglich eine Fiktion ist. Die Spee'sche Kurve hat Befürworter, aber auch Gegner, und diese scheinen zu überwiegen. Vor diesem Hintergrund hat die Schriftleitung sich erst nach längerem Zögern entschlossen, den vorliegenden Beitrag im Jahrbuch zu veröffentlichen mit der Intention, vielleicht zielführende Reaktionen von Experten auf dem Gebiet der Kieferanatomie auszulösen.
Benedikt Toussaint

und von ernsthaften Praktikern erwogen zu werden. Aber die Verbreitung der computergestützten Schädelmessung löst das Methodenproblem. In Zukunft wird auch die dreidimensionale Darstellung an Bedeutung zunehmen. Dabei kann man sich die Spee'sche Kurve als Kalotte vorstellen. Die Entwicklung verschiedener „Artikulationslehren", also wissenschaftlicher Grundlagen für Form und Aufstellung künstlicher Zähne, begann in den 20er-Jahren des letzten Jahrhunderts in Europa und den USA (Randoll 1992: 17 ff). Die Kalotten-Aufstellung wurde in den 50er-Jahren von diversen Autoren publiziert. Ein Dr. Eisfeld, Zahnarzt in Frankfurt a. M., verwandte seinerzeit eine 10 cm-Halbmesser-Kalotte zum Einschleifen seiner Paradontose-Patienten-Gebisse. Das Ergebnis war bei einigen wenigen hervorragend, die gerade eine 10 cm-Kurve hatten, aber bei den meisten ein Desaster. (Oft erwähnte mdl. Mitteilung von Dr. Hans Peter Bimler, der einige der Patienten später nachbehandelt hatte.)

Bei der prothetischen oder kieferorthopädischen Behandlung geht es um die optimale Positionierung der Zähne, aber letztlich nicht um der Zähne selber willen, sondern um eine optimale Funktion zu ermöglichen. Dabei sind die Gelenke notwendigerweise einbezogen. Der Nachweis der „Spee'schen Kurve" bei weiteren Säugetieren soll einen Beitrag leisten – im Sinne einer physiologischen Versorgung des Kau-Apparates –, diesem Pänomen auch beim Menschen Beachtung zu schenken.

2 Was ist die „Spee'sche Kurve"?

Im Jahre 1890 veröffentlichte der Kieler Anatom Ferdinand Graf von Spee (1855 – 1937) seinen Artikel „Die Verschiebungsbahn des Unterkiefers am Schädel" (von Spee 1890). Darin betrachtet er den Zusammenhang zwischen Lage und Form der Kiefergelenke und der Mahlzähne, die zusammen wesentliche Teile unseres Kau-Systems darstellen.

Er untersucht photographische Seiten-Ansichten von Schädeln. Im Profil gesehen liegen die Mahlzähne oder Molaren bzw. ihre Kauflächen auf einer nach oben offenen Kurve. Spee beschreibt dieser Kurve als eine gedachte Walze, auf deren Mantel auch die Gelenkflächen angeordnet sind (Abb. 1). Entlang dieser Walze verschiebt sich der Unterkiefer am festen Schädel. Von der Seite erscheint die Walze als Kreis. Dieser Kreis läuft durch die Kauflächen der Seitenzähne und tangiert das *Tuberculum Articulare*. Das ist der Knochenwulst, der am Jochbein direkt vor dem beweglichen Unterkiefer-Gelenkköpfchen liegt, man kann ihn gut mit den eigenen Fingern ertasten. Spee erwähnt neben dem Menschen in seinem Aufsatz auch einige Tierarten, deren Kausysteme entsprechend aufgebaut sind: „... Hufthiere und Wiederkäuer, soweit meine Erfahrungen reichen, ausnahmslos, außerdem manche Affenarten... Nager und Raubtiere haben die Kurven nicht. Daneben fehlt auch das Tuberculum Articulare, welches die erstgenannten Thiere sämmtlich besitzen" (1890: 290 f).

Spee (1890: 286) stellt fest: „Dies Verhältnis findet sich im Text anatomischer Werke nicht berücksichtigt. Hier und da findet man es in Abbildungen, besonders solchen, die von Künstlern nach der Natur ausgeführt wurden, richtig wiedergegeben, in den meisten aber kommt es nicht zum Ausdruck. Ebenso wenig hat es

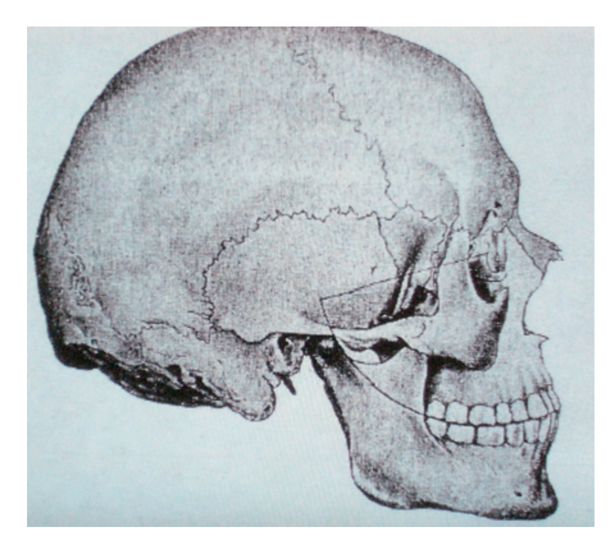


Abbildung 1: Okklusionskurve nach SPEE (1890).

bei den plastischen Nachbildungen menschlicher Gebisse ... eine verständige Berücksichtigung gefunden, indem sich häufig vielmehr eine unberechtigte Tendenz, die Mahlflächen der Zähne in einer horizontalen Ebene anzuordnen, zu erkennen gibt“.

SPEE postulierte den Mittelpunkt dieses Kreises für den Menschen im Mittelpunkt der Orbita, der Augenhöhle. In der Zahnheilkunde wurden solche geometrischen Hilfsfiguren zum Aufbau von Totalprothesen oder zur Behandlung von Zahnfleischerkrankungen benutzt, um die physiologischen Verhältnisse möglichst naturgemäß zu reproduzieren.

Die vermutete Plazierung des Mittelpunktes im Mittelpunkt der Augenhöhle erwies sich als falsch und somit unbrauchbar, es wurde verworfen. Damit wurde der ganze Kreis-Ansatz weitgehend aufgegeben. Im heutigen Sprachgebrauch hat die „Spee'sche Kurve“ weder einen Mittelpunkt im Sinne eines Kreisbogenabschnittes, noch bezieht sie die Kiefergelenke ein, sondern sie beschreibt einige Besonderheiten in den Beziehungen zwischen den oberen und unteren Zahnbögen. („Etwas stärker gekrümmte sagittale Okklusionskurve“ in REHBERG 1980: 145.) Dabei werden oft die weiteren Zähne neben den Molaren einbezogen (vgl. NAGAO 1919: 159), was aber keinesfalls dem Konzept von SPEE entspricht.

Die Vorstellung einer kreisförmigen Anordnung der Elemente, die am Zermahlen der Nahrung beteiligt sind, scheint durchaus unmittelbar einleuchtend. Von den meisten Zahnärzten, zumindest in der westlichen Welt, wird die Kurve als etwas angesehen, die es zu korrigieren gilt, und zwar immer hin zu einer Abflachung. Dabei ist der Verdacht nicht auszuschließen, dass eine künstlich auf Zahnniveau veränderte Spee'sche Kurve sich später als Beschwerden im Kiefergelenk äußern könnte. Schließlich wird vom Problem einer optimalen Positionierung der Zähne, seien es die eigenen oder künstliche, fast jeder von uns betroffen. Daher scheint

die Spee'sche Kurve als Kreisabschnitt, der auch das Gelenk involviert, durchaus einer näheren Untersuchung würdig zu sein. Wie kann man aber die Plausibilität einer These darstellen, die nicht einmal kontrovers diskutiert, sondern entweder ignoriert oder falsch – ohne Einbeziehung des Gelenks oder unter Berücksichtigung anderer als der Mahlzähne – interpretiert wird? Wenn aber das Kiefergelenk und die Mahlzähne generell bei den Säugetieren auf einem Kreisbogen angeordnet sind, sollte dies als Denkanstoß gelten können.

Ein Kreisbogen-Abschnitt lässt sich tatsächlich in der Abbildung in jedem natürlichen Gebiss und unter Einbeziehung der Kiefergelenke einfügen. Auf dem Röntgenbild (FRS: Fernröntgen-Seitenaufnahme) muss wegen der unterschiedlichen Projektion von Gelenken und Zähnen auf dem Röntgenfilm die Lage der Kurve geringfügig modifiziert werden; sie läuft durch den Mittelpunkt der Gelenkköpfe und nicht davor (BIMLER 1967), siehe nachstehende Abbildung (Abb. 2).

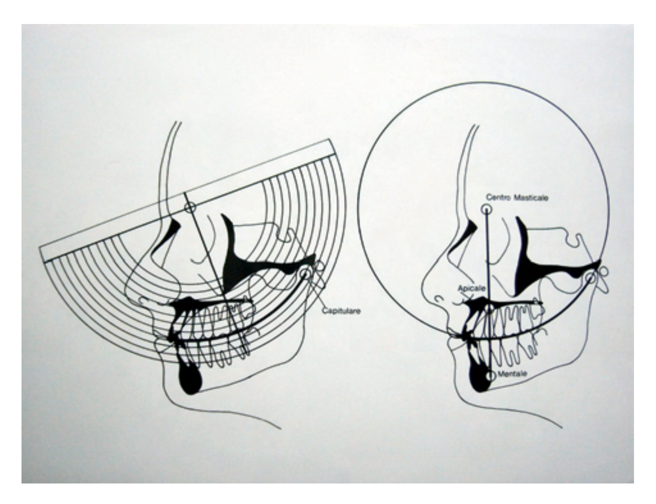


Abbildung 2: Zur Feststellung der Spee'schen Kurve auf der Schädeldurchzeichnung und der Etablierung des Mittelpunktes lässt sich eine Schablone mit konzentrischen Kreisen benutzen.

3 Kiefergelenk und Gebiss bei Säugetieren

Das Kiefergelenk gehört zu den wesentlichen Unterscheidungsmerkmalen der Säugetiere. Es ist entwicklungsgeschichtlich ein „sekundäres" Gelenk, das sich aus dem Unterkiefer der Fische, Amphibien, Reptilien und Vögel entwickelt hat. Bei diesen besteht der Unterkiefer aus mehreren Knochen, von denen zwei, das Gelenkbein und das Quadratbein, die Verbindung zum festen Schädel bilden. Diese Klappscharnier-Verbindung erfüllt die Festhalte- und Abreiß-Aufgaben für die genannten Tiergruppen. Die komplexen Kauvorgänge der Säugetiere verlangen einen komplexeren Mechanismus.

So entstand das typische Säugetiergelenk parallel zum typischen Säugergebiss, und zwar nicht als Umbau des Scharniers, sondern als völlig neues, daher „sekundäres“ Gelenk. Die Elemente des „primären“ Gelenks, Gelenkbein und Quadratbein, wurden als Amboss und Hammer zu Gehörknöchelchen. (Der Steigbügel ist schon bei den Reptilien als Gehörknöchelchen vorhanden.) Dieser Umbau wird bei der Keimbildung wiederholt. Zunächst sind beim Embryo Hammer und Amboss als Kiefergelenke angelegt; sie wandern erst im Laufe der embryonalen Entwicklung in das Mittelohr.

GRZIMEK (1979) erwähnt die Gestalt und Leistungsfähigkeit des Gebisses als besonderes Merkmal der Säugetiere. Unseren menschlichen Gebissaufbau mit Schneidezähnen, Eckzähnen, Prämolaren und Molaren teilen wir mit allen Säugetieren, natürlich mit Abweichungen vom Grundtyp je nach den spezifischen Gegebenheiten und manchen Rückbildungen. Bei den fleischfressenden Arten sind die Backenzähne besonders scharfkantig. Fischesser wie die Wale schlucken ihre Beute unzerkaut, ihre Zahnanlagen haben sich geteilt, um die Anzahl zu vergrößern. Pflanzenfresser wieder haben besonders große Kauflächen, auch die Prämolaren sind als Mahlzähne umgeformt. „Form und Zahl der Zähne sind ein wichtiges Unterscheidungsmerkmal“ (GRZIMEK 1979: 22) nicht nur zur Abgrenzung der Säugetiere im Allgemeinen, sondern auch zur Unterscheidung untereinander. Dies gilt ebenso für die Paläontologie. In der Anthropologie wird die Spee'sche Kurve manchmal sogar als Kennzeichen des Menschen im Gegensatz zu Vormenschen erwähnt: Nur der Mensch habe ein Kinn, und ohne Kinn keine Spee'sche Kurve, eine interessante, aber offenbar unbegründete These, die ANDRIK (1963) zugeschrieben wird.

4 Fragestellung

SPEEs Beschreibung einer Okklusionskurve, die die Gelenke einbezieht, kann im Menschen regelmäßig reproduziert werden. Sein postulierter Mittelpunkt des Kreisabschnittes in der Augenhöhle erwies sich dagegen als falsch. Wie verhält es sich mit der Beobachtung des Grafen von Spee bei anderen Säugetieren? Wenn der Kauapparat ein so grundlegendes Merkmal der Säugetiere ist, ist vielleicht die Kurve ein wichtiger Bestandteil eines Säugetiergebisses? Wenn dies der Fall wäre, bestünde tatsächlich ein gewisser Widerspruch zu der herrschenden Praxis in Prothetik und Kieferorthopädie, die Kurve abzuflachen. Damit wäre quasi ein unphysiologischer Zustand herbeigeführt, d.h. die Zähne stünden „falsch“ nach anatomischen Kriterien. Falsch stehende Zähne wiederum können am Entstehen von Gelenkschäden der Kiefer oder Wirbelsäule und Fehlbelastungen der Weichteile mit den entsprechenden Folgeschäden beteiligt sein. (In letzter Konsequenz könnte dies sogar die ärztliche Sorgfaltspflicht tangieren.)

5 Material und Methode

Die naturkundliche Abteilung des Wiesbadener Landesmuseums stellte der Verfasserin im Sommer 2006 dankenswerterweise ihre reichhaltige Bibliothek zur

Verfügung. Die seitlichen und vollbezahnten Profil-Ansichten der Säugetierschädel wurden, entsprechend der Originaluntersuchung von 1890, abphotographiert. Dabei wurden alle vorhandenen Werke der Abt. „Anatomie“ berücksichtigt.

Der fragliche Kreisbogen der Spee'schen Kurve muss gleichzeitig die Kauflächen der Mahlzähne durchlaufen und die vorderen Gelenkflächen im Oberkiefer tangieren. Zum Nachweis von An- oder Abwesenheit eines solchen Kreises wurden je nach Größe der Abbildung ein sogenannter „Correlometer“ mit konzentrischen Halbkreisen (vergl. Abb. 2) oder eine Kreisschablone benutzt.

6 Ergebnisse

Spee (1890) selbst erwähnt vier Säugetiere – Pferd, Hirsch, Dam und ein Äffchen. Es konnten von der Verfasserin 72 weitere Abbildungen untersucht werden. Dabei war es manchmal schwierig, auf der Abbildung die Molaren klar von den Prämolaren zu unterscheiden. Eine Gerade als Sonderform der Kurve wurde ebenso akzeptiert wie eine negative, also nach unten konvexe Kurve, weil beide Formen die Mahlbewegungen ebenso leicht ermöglichen. In der folgenden Tabelle wird eine Kurve mit einem Pluszeichen (+) gezeichnet, die fehlenden Kurve mit einem Minuszeichen (-), fragliche und Sonderformen mit einem Fragezeichen (?).

Tabelle 1: Auflistung der untersuchten Schädel unter Berücksichtigung von Informationen aus der Fachliteratur (Peyer 1963, lfd. Nr. 1-8; Portmann 1965, lfd. Nr. 9-11; Ellenberger & Baum 1977, lfd. Nr. 12-31; Elliott (1904), lfd. Nr. 32-55)

lfd. Nr.	**dargestellte Tiere, Art, Anzahl**	**Bemerkung**	**Anzahl der nachgew. Kurven**
1	Milchzähne Fledermaus	kein Tub. Art. sichtbar	?
2	4 Pferde		++++
3	Wildschwein	kein Tub. Art sichtbar	?
4	Walross	nicht lateral	?
5	Halbaffe – Chiromys		–
6	Kaninchen	s.u. „Hase“, lfd. Nr. 39	–
7	Nagetier – Geomys		–
8	Seekuh		–
9	2 Menschen, 2 Gibbons		++++
10	3 Hunde		+ – –
11	1 Gorilla, 1 Vormensch, 1 Mensch		+++
12	1 Mensch, 1 Hund		+ –
13	1 Pferd, 1 Rind		++
14	1 Mensch, 1 Hund, 1 Schwein		+++
15	einige Unterkiefer allein	nicht lateral	?
16	1 Pferd		+
17	1 Pferd		+
18	2 Pferde–Unterkiefer allein		??
19	1 Kalb	nicht lateral	?
20	1 Rind		+
21	1 Rind		+
22	1 ? ohne UK		?

Tabelle 1: (Fortsetzung)

lfd. Nr.	dargestellte Tiere, Art, Anzahl	Bemerkung	Anzahl der nachgew. Kurven
23	1 ?		+
24	1 Schwein ohne UK		?
25	1 Schwein		+
26	1 Hund		–
27	1 Hunde–UK allein		?
28	2 Hunde	kein Tub. Art.	++
29	1 Hund–Röntgenbild	Gelenk nicht erkennbar	?
30	1 Katze	kein Tub. Art.	?
31	1 Schäferhund	kein Tub. Art.	+
32	1 Schaf		+
33	1 Pekari		+
34	1 Pekari		+
35	1 Antilopenziege		+
36	1 Stachelschwein – Erethizon		+
37	1 Stachelschwein – Erethizon		+
38	1 Stachelschwein – Coendú		+
39	1 Hase	keinTA, kaut seitwärts	–
40	1 Fisch (Skipper) – Cogia Breviceps		–
41	1 ?	negative Kurve	?
42	1 Gürteltier – Tatu	„bis 100 würmförmige Zähne“	– –
43	1 Faultier – Choloepus	kein TA	–
44	1 Opossum – Didelphy		+
45	1 Klammeraffe – Ateles		+
46	1 Totenkopfäffchen – Saimiri		+
47	1 Fledermaus – Gelbschulter–Blattnase, Sturnia		negativ gekrümmt
48	1 Fledermaus		negativ gekrümmt
49	1 Fledermaus – Dermanura		+
50	1 See–Elefant	kein TA	–
51	1 See–Otter – Luthra	kein TA	?
52	1 Stinktier – Conepatus	kein TA	+
53	1 Katze	kein TA	+
54	1 Katze	kein TA ?	+
55	1 Katze		+

Die hier untersuchten 18 eindeutigen Nicht–Kreis–Träger verteilen sich wie folgt:

10 Hunde
1 Hase
1 Fisch (Skipper ?)
1 Gürteltier
1 Faultier
1 See-Elephant
1 See-Kuh
1 Lemur.

Für die Abbildungen Nr. 3, 4 und 9 hat die Verfasserin einen Damhirsch, einen Fuchs und ein Schwein ausgesucht, mit herzlichem Dank an die Naturkundliche Abteilung des Museums Wiesbaden für die Erlaubnis zur Photographie. In der Zwischenzeit konnte am trockenen Schädel festgestellt werden, dass auch das Kamel zu der Gruppe ohne Kurve gehört. Wie der Hase kaut es seitwärts, also die Verschiebebewegung läuft nicht hauptsächlich von hinten nach vorne und zurück, sondern macht eine rechts-links-Bewegung. Interessanterweise hat auch das Kamel eine gespaltene Oberlippe.



Abbildung 3: Ein Damhirsch.

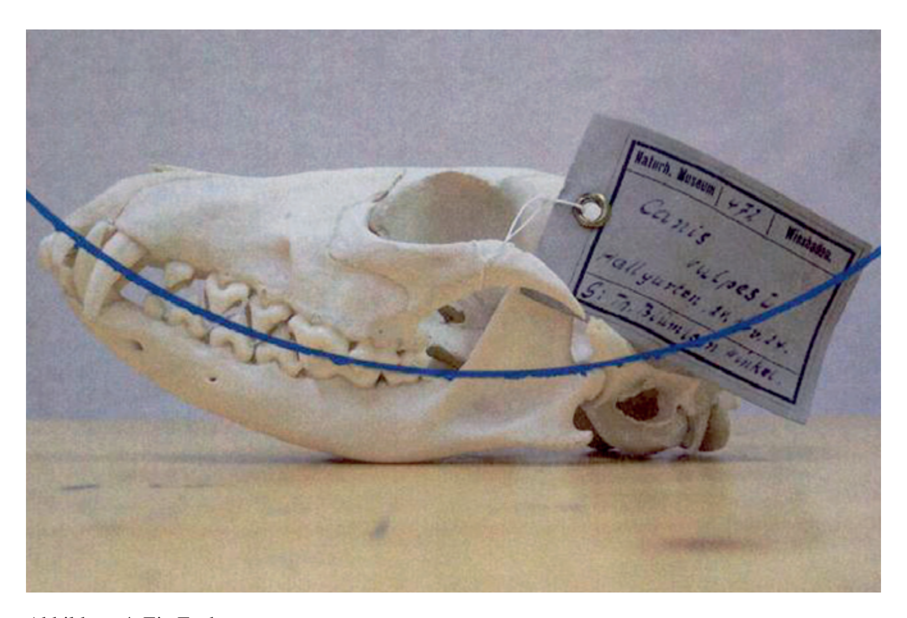


Abbildung 4: Ein Fuchs.

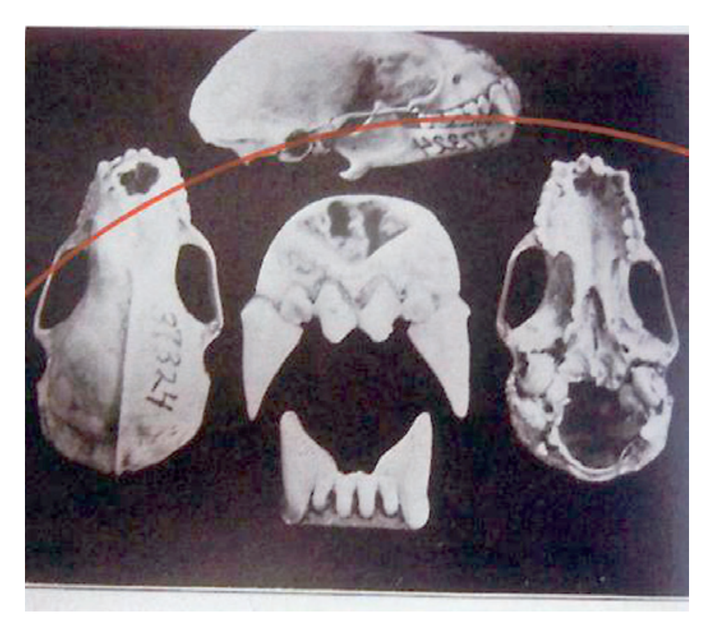


Abbildung 5: Eine „umgekehrte“ Kurve kann man bei dieser Fledermaus finden.



Abbildung 6: Eine Antilopenziege.



Abbildung 7: Keine Kurven für die Känguruhs.

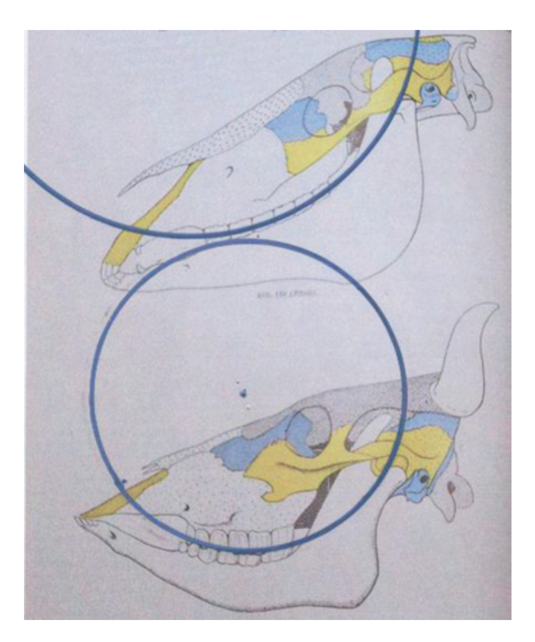


Abbildung 8: Kurven bei Pferd und Rind.

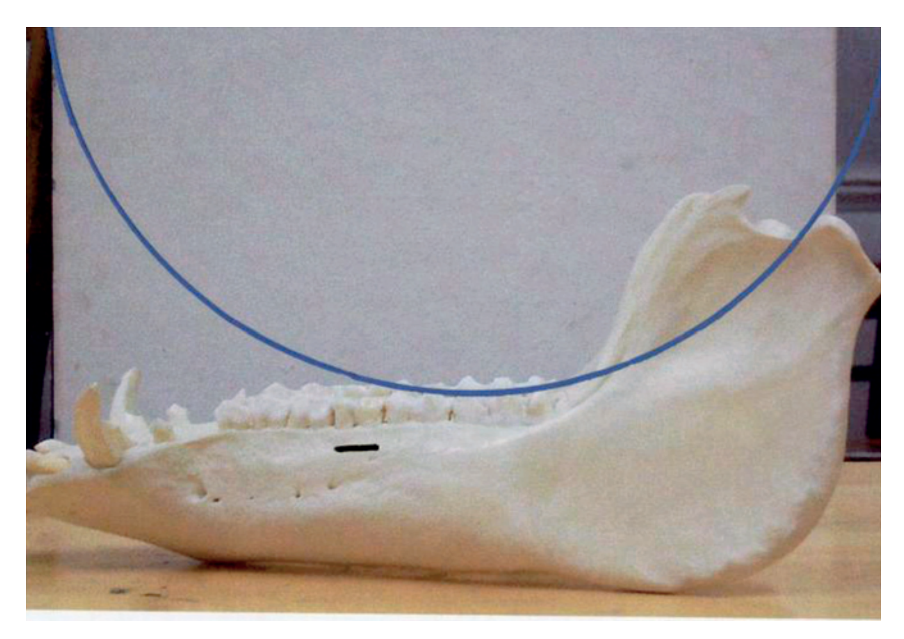


Abbildung 9: Unterkiefer eines Schweins.

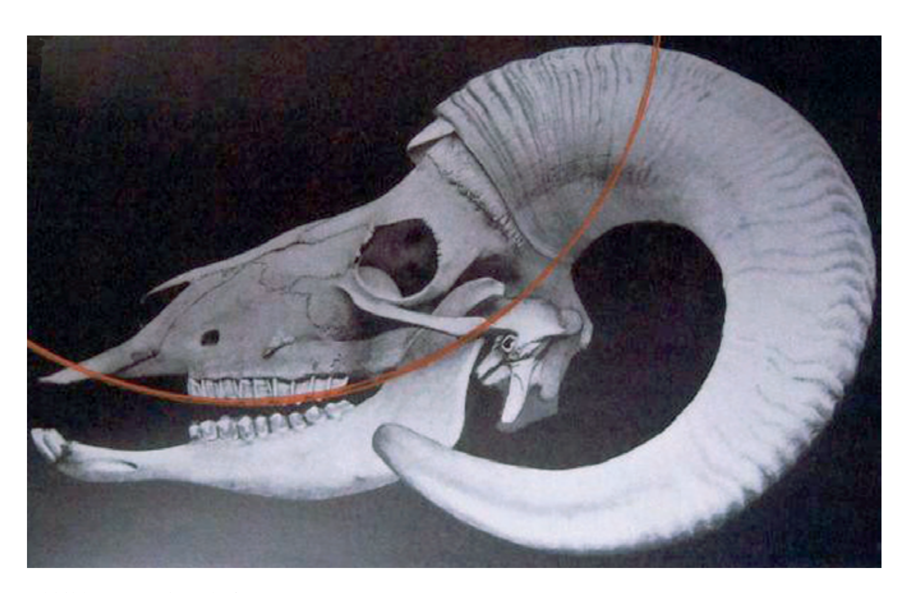


Abbildung 10: Ein Schaf.

Die Fledermaus von Abb. 5 (Nr. 47 in Tab. 1) zeigt eine zum Unterkiefer, also nach „unten“ gewölbte Kurve, während die Antilopenziege der Abb. 6 (Nr. 35) die Regelform der Kurve aufweist. Bei den Känguruhkiefern von Abb. 7 (herzlichen Dank an Dr. Geis, Offenbach, für die Zuverfügungstellung des Materials) lassen sich die vorderen Molaren in keine Kreisbahn einordnen, bei Pferd und Rind von Abb. 8 (Nr. 13) dagegen passen sich sogar die Prämolaren gut ein. Die Kurve auf Abb. 9 (Museum Wiesbaden, s.o.) des Schweins beschränkt sich wieder strikt auf die Mahlzähne, während beim Schaf der Abb. 10 (Nr. 32) zumindest teilweise die Prämolaren einbezogen sind.

7 Diskussion

Bei den hier untersuchten Seitenansichten der Säugetierschädel scheinen die meisten tatsächlich über eine Okklusionskurve zu verfügen, und zwar als Kreisabschnitt unter Einbeziehung der Kiefergelenke. Eine genaue Quantifizierung erscheint der Verfasserin aber wegen der Zufallsauswahl irrelevant zu sein. Es stellt sich aber die Frage, ob man die Abweichungen in der Tierwelt von dem Spee’schen Schema plausibel erklären kann.

Von den 55 untersuchten Abbildungen haben 18 keinen eindeutigen Kreisbogen durch Kauflächen und Kiefergelenke, wenn dieser auch gelegentlich „negativ“ zu sein scheint (vgl. Abb. 5). Eine gerade Linie als Sonderfall des Kreises für Kauflächen und Gelenke wäre durchaus auch denkbar. Wie schon von Spee (1890) erwähnt, haben Hunde keine Okklusionskurve, ebenso wenig die Fischfresser. Nach Grzimek (1979) hat der französische Anatom und Paläontologe Cuvier (1769-1832) die Faultiere und Gürteltiere in die Gruppe der „Zahnlosen“ eingeteilt, sie sind offensichtlich ein dentaler Sonderfall. Und unser lieber Hase „mümmelt“ – was bedeutet, dass er seitwärts kaut –, eine Tatsache, die der Verfasserin erst in der Auseinandersetzung mit dieser Materie in ihrer wahren Bedeutung klar wurde. (Erstaunlicherweise tritt die negative Kurve bei Fledermäusen auf – weil sie kopfunter hängen?)

Die domestizierten Hunde und Katzen haben teilweise nur einen Molaren pro Quadranten, also vier im Ganzen. Bei so wenigen Referenzpunkten kann man praktisch beliebige Kreise zwischen dem einzelnen Zahn und dem Gelenk einzeichnen, daher soll hier auf eine eindeutige Aussage verzichtet werden; interessant wäre in diesem Zusammenhang die Untersuchung bei Großkatzen und Wölfen.

Damit kann für die meisten Nicht-Kurventräger eine plausible Erklärung gefunden werden. Das Tuberculum scheint in der Tat eine wichtige Rolle zu spielen, ohne aber eine „conditio sine qua non“ darzustellen. Weitere Untersuchungen zielen deshalb z.Z. vor allem auf die Rolle des Tuberculum.

Das Untersuchungsgut sollte so heterogen wie möglich gehalten werden, um dem Kaumechanismus nachzuspüren: Eine Systematk würde zunächst einer Einschränkung gleichkommen. Dabei spielen Alter und Größe der Abbildungen keine Rolle, da ein Kreis in jeder Dimension seine spezifischen Eigenschaften des minimalen Gleitwiderstandes behält, hier sogar in der Sonderform der Geraden.

So hat der menschliche Säugling bei der Geburt zwar noch keine Zähne, aber Gelenk und Kieferkamm liegen auf einer Gerade. Dies gestattet eine problemlose Gleitbewegung.

Der Mensch scheint sich mit seiner physiologischen „Spee'schen Kurve" gut in die Gruppe der Säugetieren einzuordnen.

8 Literatur

ANDRIK, P. (1963): Die Entwicklung des Bißanomalien vom Neolithikum bis zur Gegenwart.- Fortschritte der Kieferorthopädie, **24**(1): 12-18.

BIMLER, H.P. (1967): Untersuchungen über die *Spee*sche Kurve.- In: Scritti medici in onore die Oscar Hoffer nel suo LX compleanno.- Instituto di Clinica Odontoiatrica e Stomatologica dall'Universitá di Milano, 3-16; Mailand.

ELLIOTT, D.G. (Hrsg.) (1904): The Land and Sea Mammals of America and the West Indies, 2 Bde., 850 S.- Chicago (Field Museum Chicago).

ELLENBERGER, W. & BAUM, H. (1977): Handbuch der vergleichendenAanatomie der Haustiere, 1155 S.; Berlin (Springer-Verlag).

GRZIMEK, B. (1979): Tierleben Bd. 10, Säugetiere 1, 614 S.; München (dtv).

NAGAO, M. (1919): Comparative Studies on the Curve of *Spee* in Mammals, with a discussion of its relation to the Fossa Mandibularis.- The Journal of Dental Research, **1**(2): 159-202; Tokio.

PORTMANN, A. (1965): Einführung in die vergleichende Morphologie der Wirbeltiere, 344 S.; Basel (Verlag Schwabe und Co.).

RANDOLL, U.G. (1992): Von der Gnathologie und Artikulationslehre zur ganzheitlichen Zahnmedizin, 199 S.; Heidelberg (Karl F. Haug Verlag).

REHBERG, H.J. (1980): Taschenwörterbuch der Zahntechnik mit wichtigen zahnmedizinischen Fachbegriffen, 190 S.; München, Wien (Hanser-Verlag).

SPEE, F. VON (1890): Die Verschiebungsbahn des Unterkiefers am Schädel.- Archiv für Anatomie und Physiologie, 285-293; Leipzig (Veit & Comp.).

PEYER, B. (1963): Die Zähne, 101 S.; Berlin (Springer-Verlag).

DR. BARBARA BIMLER
Richard-Wagner-Straße 22
65193 Wiesbaden
Tel.: 0611/304027
E-Mail: bimler@germanynet.de

Manuskripteingang: 28. April 2007